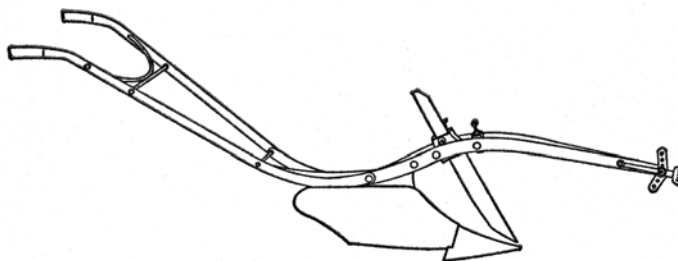




Institutionen för
Markvetenskap
Uppsala

MEDDELANDEN FRÅN JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN

Swedish University of Agricultural Sciences,
S-750 07 Uppsala
Department of Soil Sciences,
Bulletins from the Division of Soil Management



Nr 54

2007

Johan Wellander

**Grund plöjning med Kvernelands Ecomat och
Ecomat Seeder**

Resultat från undersökningar genomförda år 2005
*Shallow ploughing with Ecomat and Ecomat
Seeder*

ISSN
ISRN

1102-6995
SLU-JB-M--54--SE

Förord

Äntligen! Detta examensarbete påbörjades under våren 2005 och avslutades under sommaren 2007. Sen starten har en hel del hunnit hända. Familjen har utökats från tre till fyra personer i och med Klaras födsel. Sen januari 2006 har min tid även ägnats åt arbete som HIR-rådgivare på HS-Konsult i Örebro. Att slutföra ett examensarbete med barn och heltidsarbete skulle nog inte innebära några problem!?... nu vet jag bättre. Tack Sofie för allt stöd under resans gång!

Examensarbetet har gjorts inom agronomprogrammet med inriktning mark/växt vid avdelningen för jordbearbetning på SLU i Uppsala. Syftet med arbetet har varit att utvärdera Kvernelands koncept för grund plöjning, Ecomat, samt deras Ecomat Seeder, ett koncept för bearbetning och sådd i samma överfart.

Ett stort tack till hela jordbearbetningsavdelningen för mycket trevlig tid med god stämning och mycket skratt. Ett speciellt tack till mina handledare Urban Svantesson och Tomas Rydberg för er hjälp och ert tålamod!

Innehållsförteckning

Förord.....	1
Innehållsförteckning.....	3
Sammanfattning.....	4
Abstract.....	7
Inledning.....	8
Material och metoder.....	10
Försöksserie R2-5070.....	10
Penetrometermätningar.....	11
Såbäddsundersökningar.....	11
Uppkomst.....	12
Infiltration.....	12
Ogräs.....	12
Skörd.....	12
Försöksserie R2-5073.....	13
Bearbetningsdjup.....	14
Sönderdelning.....	14
Dragkraftsmätningar.....	15
Ogräs.....	15
Patogener.....	15
Skörd.....	16
Försöksserie R2-5074.....	16
Patogener.....	16
Skörd.....	16
Halmnedbrytning.....	17
Statistik.....	17
Resultat.....	18
Försöksserie R2-5070.....	18
Såbäddsundersökningar.....	18
Penetrometermätningar.....	21
Uppkomst.....	25
Ogräs.....	26
Infiltration.....	26
Skörd.....	28
Försöksserie R2-5073.....	31
Patogener.....	31
Ogräs.....	32
Vattenhalt vid bearbetning.....	32
Bearbetningsdjup.....	32
Sönderdelning.....	33
Dragkraftsmätningar.....	33
Skörd.....	36
Försöksserie R2-5074.....	37
Halmnedbrytning.....	37
Patogener.....	37
Skörd.....	38
Diskussion.....	39
Försöksserie R2-5070.....	39
Försöksserie R2-5073.....	41
Försöksserie R2-5074.....	43
Slutsatser.....	43
Referenser.....	44

Sammanfattning

I tre olika försöksserier har bearbetningsstrategier med Kvernelands Ecomat samt etablering med Kvernelands Ecomat Seeder studerats.

Syftet med examensarbetet, som utfördes i pågående försöksserier, har varit att göra en omfattande studie av vilken inverkan grund bearbetning med Ecomat har på biologiska faktorer som ogräs och patogener men även dess inverkan på markfysikaliska faktorer såsom aggregatfördelning, infiltration och penetrationsmotstånd.

Undersökningarna i examensarbetet utfördes under växtodlingssäsongen 2004-2005 på olika platser på Säby gård utanför Uppsala. På försöksplatserna har lerhalten varierat från 16 % till ~40 %.

Efter sådd gjordes i försöksserien R2-5070 (3 försök) ”Ecomat som vårbearbetningsredskap” såbäddsundersökningar där vattenhalt i såbädd och såbotten, aggregatstorleksfördelning, såbäddsdjup samt höjdvariationer i såbädd och såbotten undersöktes. Efter uppkomst bestämdes plantantalet i alla led samt även ogräsförekomsten. På de två försöksplatserna med den högsta lerhalten gjordes sedan penetrometermätningar för att se de olika systemens inverkan på penetrationsmotståndet i marken. Vid skörd mättes avkastningen, dessutom gjordes bedömningar av mängden grönskott och stråstyrka. Efter skörd mättes infiltrationshastigheten i trafikulan i tre olika led, konventionell höstplöjning, konventionell vårplöjning samt grund bearbetning med Ecomat/Ecomat Seeder

I försöksserierna R2-5073 och R2-5074 ”Ecomat som höstbearbetningsredskap i ansträngda växtföljder” undersöktes förutom skördenivå även mängd patogener, mängd ogräs, halmens nedbrytningshastighet, bearbetningsdjup, sönderdelningsgrad (aggregatsstorlek samt yta), specifikt dragkraftsbehov, energiåtgång/yta på de lösgjorda aggregaten.

Resultaten från serie R2-5070 visar att den grunda vårbearbetningen ur avkastningssynpunkt hävdade sig mycket väl mot bearbetning till konventionellt plogdjup. Medelavkastningen för grund plöjning har under tiden försöksserien pågått varit något högre än för plöjning till konventionellt plogdjup. Höstplöjning till konventionellt plogdjup har efter anpassad såbäddsberedning och sådd gett den högsta andelen aggregat < 5 mm i såbädden och därigenom det bästa avdunstningsskyddet. Grund vårbearbetning med Ecomat hade ett mindre behov av efterföljande såbäddsberedning då det skapades en hög andel små aggregat redan vid primärbearbetningen. Störst förekomst av ogräs fanns efter grund bearbetning med Ecomat. Detta kan förklaras i att de bästa gröningsförutsättningarna (tillgängligt vatten samt ett fint bruk) funnits där. Generellt har en återpackning efter sådd gett skördeökningar.

Etablering med Ecomat Seeder har gett ett allt för grovt och luckert bruk vilket påverkat skörden negativt. Med en återpackning i en efterföljande vältning har skördenivån höjts till en likvärdig nivå som det konventionellt höstplöjda ledet.

I de led som bearbetats med Ecomat/Ecomat Seeder har penetrationsmotståndet i den historiska ”trafikulan” minskat jämfört med de led som bearbetats till konventionellt plogdjup.

I försöken med ansträngda växtföljder kunde det i den ensidiga höstvete-växtföljden inte ses några signifikanta skillnader i förekomst av fusarium, stråknäckare eller bladfläcksvampar. I

den ensidiga korn-växtföljden fanns en signifikant lägre svampförekomst i de två djupast bearbetade leden jämfört med i de två grundast bearbetade leden.

Aggregatsstorleksfördelningen i serie R2-5073 visade att plöjning till konventionellt plogdjup skapade den största andelen stora aggregat och att den högsta andelen små aggregat erhöles från grund bearbetning med Ecomat. Lägst dragkraftsbehov per meter arbetsbredd hade tallriksredskapet och lägst specifikt dragkraftsbehov uppmättes i det led som bearbetats grunt med Ecomat.

I de ansträngda växtföljderna fanns det ett positivt samband mellan bearbetningsdjup och skördenivå. De djupare bearbetningarna gav de högsta skördarna. I både höstvet och korn-växtföljden har leden med konventionell höstplöjning avkastat bäst tillsammans med de djupare bearbetningarna med Ecomat.

Abstract

The Kverneland Ecomat and The Ecomat Seeder has been tested in three different field studies. All the studies were conducted on soils with different clay content during 2005 in Säby outside Uppsala.

In one of the trial spring ploughing with the Ecomat and spring ploughing and seeding with Ecomat Seeder were compared with conventional autumn mouldboard ploughing and spring mouldboard ploughing to conventional depth (22-23 cm). In this study the quality of the seedbed, the number of emerged plants and weeds, the penetration resistance and the yield were examined.

Shallow spring ploughing (10 cm) with the Kverneland Ecomat has shown to be a good alternative to conventional autumn ploughing when growing spring crops. During the season 2005 tilling with the Ecomat resulted in a higher yield than conventional ploughing. In 2002-2005 the average yield for shallow spring ploughing was 4 percent higher than after conventional autumn mouldboard ploughing and 10 percent higher than after spring mouldboard ploughing to conventional depth (22-23 cm).

In the other two studies, ploughing to different depth in the autumn with the Ecomat was compared with conventional mouldboard ploughing and stubble discing. The crop in one of the studies was restricted to winter wheat, and in the other it was restricted to spring barley. In these trials we examined the yield, the decomposition of crop residues, the presence of pathogens, the energy for fracturing and the specific draught requirement.

In the monotonous winter-wheat crop succession there were no significant differences between tillage and the presence of fungi pathogens. In both trials there were positive interaction between the tillage depth and yield. The deepest treatments with the Ecomat (17 cm) resulted in the same yield as with conventional ploughing.

Inledning

Då ett högt drivmedelspris tynger lönsamheten inom växtodlingen är olika former av reducerad bearbetning åter ett aktuellt diskussionsämne. Här i Sverige innebär begreppet reducerad bearbetning oftast en grund bearbetning utan plöjning. Men reducerad bearbetning är ett begrepp som kan ha olika innebörd. Då plöjning till konventionellt djup är den vanligaste formen av bearbetning i Sverige är det den bearbetning som övriga former av bearbetning jämförs med

En form av reducerad bearbetning är grund plöjning. Genom att minska plöjningsdjupet kombinerar man det bästa av två världar. Jämfört med andra former av reducerad bearbetning finns där plogens vändande princip samtidigt som det grundare bearbetningsdjupet minskar dragkraftsbehovet. Det minskade dragkraftsbehovet innebär en besparing av drivmedel och det kan även innebära en tidsbesparing genom att det tillåter en högre framföringshastighet eller ett bredare redskap. Därigenom kan kapaciteten närma sig eller vara likvärdig med andra former av reducerad bearbetning.

Grund plöjning är också aktuellt då det visat sig vara en bra bearbetningsform på våren. I de nitratkänsliga områdena där stödmedel erbjuds för vårbearbetning är Ecomat och grund plöjning ett mycket intressant alternativ till konventionell vårplöjning. Detta då en överfart med Ecomat samt den integrerade Packomaten ofta skapar en fullgod såbädd i en överfart. Genom att bearbeta på våren finns också ibland möjligheten att starta vårbruket tidigare då det oftast är möjligt att bearbeta under något fuktigare förhållanden på en stubb än direkt på plogtilta.

Biologisk aktivitet

Reducerad/grundare bearbetning har visat sig vara mer fördelaktigt för den biologiska aktiviteten då det organiska materialet koncentreras i toppskiktet (Ivarsson 1996). Maskar gynnas av reducerad bearbetning genom att skörderester är inblandat i toppskiktet samt att en hel del finns kvar på ytan. Störst påverkan för markstruktur och dränering har de masksorter som gräver lodräta gångar (Mattson 1988). Den viktigaste faktorn som gör att maskarna trivs är förmodligen den att deras gångar finns kvar i större utsträckning än vid en konventionell plöjning. Maskar missgynnas av djup bearbetning vilket minskar antalet daggmaskar (Pålsson 2006). Även om man har sett att förekomsten av mask påverkas av bearbetningssystemen så har klimatet betydelse för maskförekomsten där torra somrar och kalla vintrar kan ha stor negativ inverkan på maskpopulationen. (Mattson 1988)

Markstruktur & markegenskaper

En grundare bearbetning innebär att en mindre mängd jord luckras vilket leder till att en större andel av de biologiskt skapade porerna (maskgångar och rotkanaler) i matjorden bibehålls. Mindre störningar i form av bibehållna gångar gynnar maskarnas fortsatta aktiviteter men även växternas rotutveckling (Mattson R. 1988). Dessa porer har även en viktig roll i att dränera bort överskottsvatten från fälten.

Då en mindre volym jord luckras späds inte skörderester och gödsel ut på samma volym som vid bearbetning till konventionellt djup. Detta leder till en koncentrerings av organiskt material

och växtnäring i det bearbetade toppskiktet. En ökad mullhalt i toppskiktet leder även det till en större specifik yta vilket ger möjlighet till ett större utbyte av baskatjoner (växtnäring). En större specifik yta gör att växten lättare kan utnyttja det förråd av näringsämnen som finns i marken då allt blir mer lättillgängligt. Den förbättrade/förfinade strukturen (ökad specifik yta och fler porer) leder även till att den vattenhållande förmågan förbättras. En höjd mullhalt och en strukturförbättring ger en mer lättbearbetad jord.

En koncentrerad av näringsämnena och en ökad vattenhalt i toppskiktet kan dock leda till att växtrötter till en början inte har någon anledning att söka sig tillräckligt djupt för att klara en torrperiod. Det ökade motståndet i marken då luckring uteblir kan dessutom påverka rotutvecklingen negativt (Pålsson 2006). Reducerade led kan därför ha en ökad känslighet för torka. Det har visats att ett penetrationsmotstånd på 3 MPa är en kritisk gräns för vad växternas rötter klarar av att tränga igenom. Men redan vid halva motståndet blir rötternas tillväxthastighet vanligen klart nedsatt (Håkansson 2000). Därför spelar maskgångar och gamla rotgångar, som underlättar rötternas tillväxt, en viktig roll i grunda bearbetningssystem.

I skiktet under det bearbetade kommer dock skrymdensiteten i grunt bearbetade system att öka jämfört med i ett plöjt system. Detta som en följd av att luckring inte sker till samma djup. Har marken en historisk "trafiksula" från årtal av plöjning finns dock förutsättningar att den på sikt luckras upp genom biologisk aktivitet och klimatpåverkan (Håkansson 2000). Förtätade skikt leder till minskad vattengenomsläpplighet och högre penetrationsmotstånd för växtrötterna. Minskad vattengenomsläpplighet gör att fälten torkar upp långsammare då de dräneras långsammare, i praktiken kan det leda till att lantbrukaren får vänta längre på att fälten ska torka upp på våren samt att stående ytvatten kan kväva plantorna. Tidigare vårbruk ger förutsättningar för en längre växtperiod och därigenom en högre skördepotential.. Fält som dräneras dåligt kan därför ge betydande skördenedsättningar om sådden försenas. Ett ökat penetrationsmotstånd för växtrötter kan ge försämrat näringsupptag då jordvolymen rötterna kan växa i begränsas.

Bearbetning

Vid grund bearbetning med Ecomat vänds mindre "rå" sammanhängande kompakterad jord upp vilket gör att såbäddsberedningen kan göras med bättre grundförutsättningar i och med en från början finare struktur med mindre aggregat. Grund bearbetning med Ecomat ökar således på sikt möjligheterna att få ett gott bearbetningsresultat såväl vid primärbearbetning som vid såbäddsberedning. Detta tack vare en ökad biologisk aktivitet och en högre mullhalt i toppskiktet.

Grund bearbetning genom plöjning kan tillskrivas ett relativt sett lågt dragkraftsbehov. Både det specifika dragkraftebehovet och dragkraftsbehovet per meter arbetsbredd är lågt.

Tack vare en ökad biologisk aktivitet och en högre mullhalt i toppskiktet innebär grund bearbetning med Ecomat på sikt att möjligheterna att få ett gott bearbetningsresultat såväl vid primärbearbetning som vid såbäddsberedning ökar.

Material och metoder

Försöksserie R2-5070 - Ecomat som vårbearbetningsredskap

Försöksserie R2-5070 innehåller tre st försök samtliga placerade på Säby gård utanför Uppsala. Lerhalten på de olika platserna var: 16 % (nr 661), 30 % (nr 662), och 36 % ler (nr 663). I dessa försök utvärderades Kvernelands Ecomat och Kvernelands Ecomat Seeder som vårbearbetningsredskap. Växtföljden var olika vårrödor. Försöken startades 1999 med syfte att utvärdera Kvernelands såplog. Från och med 2002 har Kvernelands Ecomat ingått i försöken, då grund vårbearbetning med Ecomat ersatte en sen sådd med såplogen. Det sista året i dessa led var såplogen utrustad med Ecoskär som luckrade 10 centimeter under plogdjup. Från och med 2003 har Kvernelands Ecomat Seeder ersatt ledet med tidig sådd med såplogen.

De olika försöksleden 2003-2005 har varit:

A: Höstplöjning till ett djup av ca 22 cm.

B: Vårplöjning till ett djup av ca 22 cm.

C: Ecomatsådd, bearbetningsdjup ca 12 cm.

D: Ecomatsådd, bearbetningsdjup ca 12 cm + efterföljande vältning

E: Vårbearbetning med Ecomat, bearbetningsdjup ca 12 cm

F: Vårbearbetning med Ecomat, bearbetningsdjup ca 12 cm + efterföljande vältning

I de led som inte innehåller Ecomat Seeder har såbäddsberedningen anpassats efter resultatet vid primärbearbetningen med syfte att skapa en acceptabel såbädd. I tabellen nedan redovisas en sammanställning av bearbetningarna.

Alla led har odlats konventionellt, handelsgödsel och kemiskt växtskydd har använts efter behov. År 2005 odlades havre av sorten Stork som såddes med utsädesmängden 200 kg/ha. Förfrukten var korn. Samtliga led gödslades den 2/6 med 290 kg Opticrop 27-5 (78 kg N, 15 kg P och 9 kg S). Ogräs bekämpades med 1.5 l Ariane S + 0.5 l MCPA.

Tabell 1: Bearbetningar i försöksserie R2-5070

Försök nr 661 (36% ler)	Plöjt	Harvat	Sladdat	Sått	Vältat
A: Höstplöjning 22 cm	20/10 -04	3 x 26/4		27/4	
B: Vårplöjning 22 cm	12/4	5 x 26/4		27/4	
C: Ecomat Seeder 12cm	26/4			26/4	
D: Ecomat Seeder 12 cm + vältning	26/4			26/4	2/5
E: Vårbearb. med Ecomat 12 cm	25/4		1x 27/4	27/4	
F: Vårbearb. med Ecomat 12 cm+ vältning	25/4		1x 27/4	27/4	2/5

Ogräsbekämpning skedde den 13/6.

Försök nr 662 (30% ler)	Plöjt	Harvat	Sladdat	Sått	Vältat
A: Höstplöjning 22 cm	18/10 -04	3 x 26/4		27/4	
B: Vårplöjning 22 cm	12/4	5 x 26/4		27/4	
C: Ecomat Seeder 12cm	26/4			26/4	
D: Ecomat Seeder 12 cm + vältning	26/4			26/4	2/5
E: Vårbearb. med Ecomat 12 cm	25/4		1x 27/4	27/4	
F: Vårbearb. med Ecomat 12 cm+ vältning	25/4		1x 27/4	27/4	2/5

Ogräsbekämpning skedde den 9/6.

Försök nr 663 (16% ler)	Plöjt	Harvat	Sladdat	Sått	Vältat
A: Höstplöjning 22 cm	18/10 -04	2 x 26/4		27/4	
B: Vårplöjning 22 cm	12/4	3 x 26/4		27/4	
C: Ecomat Seeder 12cm	26/4			26/4	
D: Ecomat Seeder 12 cm + vältning	26/4			26/4	2/5
E: Vårbarb. med Ecomat 12 cm	25/4		1x 27/4	27/4	
F: Vårbearb. med Ecomat 12 cm+ vältning	25/4		1x 27/4	27/4	2/5

Ogräsbekämpning skedde den 7/6.

I försöksserie R2-5070 undersöktes uppkomst, infiltration, penetrometermotstånd, skördenivå, ogräsförekomst samt olika såbäddsegenskaper.

Penetrometermätningar

Penetrometermätningarna gjordes under våren 2005. Mätningar gjordes ner till ett djup av 0.5 meter med en handburen Eijkelkamp penetrometer med en kon vars projektiionsarea var 1 cm². Mätningar gjordes i alla tre försöken och i varje ruta togs tio stick längs diagonalen. Penetrometermätningarna registrerade motståndet på varje centimeters djup.

Fram till och med 2002 har grödorna i led C-F etablerats med Kvernelands såplog. I led E och F ersatte Ecomat såplogen år 2002. År 2003 ersatte Ecomat Seeder såplogen i led C och D. Under år 2000 var dessutom såplogen i led E och F utrustad med Ecokär som luckrade 10 centimeter under konventionellt plogdjup. Dessa förändringar har påverkat resultaten av penetrometermätningarna vilket gör det svårt att utvärdera Ecomatens och Ecomat Seeders långsiktiga inverkan på motståndet i marken. Resultaten i dessa led måste därför tolkas med detta i beaktning .

Såbäddsundersökningar

Såbädden undersöktes med avseende på aggregatstorlek i såbädd, vattenhalt i såbädd respektive såbotten samt bearbetningsdjup. Mätningar gjordes genom att en ram med måtten 0.4*0.25 m slogs ner så att den vilade på bearbetningsbotten. Med ramens övre kant som referens mättes nivåskillnaderna mellan den högsta och lägsta punkten i såbotten och i ytskiktet. Bearbetningsdjupet togs fram genom att volymen på den bearbetade jorden i ramen bestämdes varpå bearbetningsdjupet kunde beräknas. Aggregatstorleken mättes genom sällning av all lös jord i såbädden. Sällningen gjordes i fraktionerna > 5 mm, 5-2 mm och < 2 mm. Vattenhalterna bestämdes genom torkning av proverna i 105° C under tre dygn. En undersökning per ruta gjordes i alla led förutom de led som innehöll en efterföljande vältning, D och F. Dessa undersöktes inte då syftet var att undersöka skillnaderna i såbädden direkt efter sådd. Såbäddsundersökningar gjordes på de två försöksplatserna med högst lerhalt, försök nr 661 och försök nr 662. På försöksplatsen med den lättare jorden, försök nr 663, ansågs att alla bearbetningar gav ett så bra och lika resultat att såbäddsundersökningar ej var motiverade.

Uppkomst

Uppkomsträkningar gjordes den 13/5 och den 21/5. Två slumpvisa räkningar per ruta och tillfälle gjordes med en ram med måtten 0.5*0.5 m.

Infiltration

För att kunna studera infiltrationen i "trafiksulan" grävdes en yta fram på ungefär 25 centimeters djup. Därefter mättes infiltrationen i cylindrar med diametern 15 cm. Cylindrarna slogs ner 5 cm för att hindra vattenflöde i sidled. Två mätningar per ruta gjordes. Cylindrarna vattenmättades först under 5 minuters tid. Därefter gjordes tre mätningar om tre minuter vardera vid tiden 5, 15 och 30 minuter, däremellan underhållsmättades jorden med vatten. Med hjälp av mätningarna räknades sedan K värdet fram.

K-värdet som är ett mått på infiltrationshastigheten i cm/h beräknades genom formeln (Strandberg et al, 2001).

$$K \equiv \frac{Z}{I}$$

där Z = Nivåskillnad /minut
 I = Medelgradienten $((h-b_1)+(h-b_2))/2/a$
 h = ringens höjd
 b_1 = vattennivå vid mättidens början
 b_2 = vattennivå vid mättidens slut
 a = jordpelarens längd (i detta fall 50 mm)

Mätningar gjordes på de två försöksplatserna med 30 och 36 % ler i led A, B och C. Led E, vårbearbetning med Ecomat, undersöktes inte då dessa led bearbetades med Ecoskär år 2000.

Ogräs

Ogräs räknades den 3/6 på alla tre försöksplatserna. Räkningen i dessa försök gjordes med avseende på örtogräs. Två slumpvisa räkningar per ruta och tillfälle gjordes i en ram med måtten 0.5*0.5 m.

Skörd

Skördevärden är omräknade till kg/ha och 15 % vattenhalt. I samband med skörden graderades beståndet okulärt med avseende på stråstyrka och grönskott. Graderingen av stråstyrkan har gjorts enligt en skala 0-100, där 100 är ett helt upprättstående bestånd och 0 är ett liggande. Grönskott graderades enligt samma skala där 0 innebär att det inte funnits några gröna omogna kärnor och 100 att alla kärnor var gröna.

Skördeproverna analyserades sedan med avseende på vattenhalt vid skörd, avrens, rymdvikt, 1000-kornvikt och proteinhalt.

Försöksserierna R2-5073 och R2-5074 - Ecomat som jordbearbetningsredskap i ansträngda växtföljder.

Ansträngda växtföljder medför en större risk för skördenedsättningar genom olika växtföljdsrelaterade patogener och uppförökning av ogräs som gynnas av ensidig odling av höst- respektive vågrödor. Därför är det intressant att undersöka hur jordbearbetning med Ecomat påverkar förekomsten av växtföljdssjukdomar och ogräs. I försöksserierna R2-5073 och R2-5074 används Ecomat som höstbearbetningsredskap och jämförs med traditionella bearbetningsmetoder såsom konventionell höstplöjning och tallriksbearbetning. I R2-5073 undersöks Ecomaten i en ansträngd höstveteväxtföljd som legat sedan 2002. Här har skördenivåer, ogräsförekomst, svampförekomst, bearbetningsdjup, dragkraftsbehov samt de olika bearbetningsmetodernas sönderdelning av jorden undersökts. R2-5074 är en ansträngd kornväxtföljd sedan 2002, här undersöks skördenivåer, svampförekomst samt nedbrytning av organiskt material.

De olika leden i dessa försök har varit:

- A Konventionell höstplöjning (20-23 cm)
- B Tallriksredskap (10-12 cm)
- C Ecomat (10 cm)
- D 2 x Ecomat (7 & 17 cm) vid två olika tillfällen
- E Ecomat + Ecoskär (17 cm + 7 cm)

Ecoskär är extra skär monterade under plogkroppen som bearbetar ca. halva tiltbredden genom att bryta upp jorden 7 centimeter under fårans botten. I Ecoskärsleden monterades Ecoskär enbart på varannan plogkropp då det ej fanns fler tillgängliga.

Försöken ligger intill varandra och utförs på en försöksplats med styv lera. De drivs konventionellt och handelsgödsel och herbicider har använts efter behov. Med tanke på att svampförekomsten är en faktor som undersökts har dock aldrig någon svampbekämpning gjorts.

Ensidig höstveteväxtföljd: försök R2-5073

Hösten 2004 såddes Olivin med utsädesmängden 218 kg/ha. Samtliga led övergödslades den 18/4 med 445 kg Opticrop 27-5 (120 kg N, 22 kg P och 13 kg S). Ogräs bekämpades den 22/5 med 0.6 l Starane, 2 tabletter Express och 0,1 l vätnedel. I tabellen nedan redovisas en sammanställning av bearbetningarna.

Tabell 2: Bearbetningar i försöksserie R2-5073

R2-5073	Plöjt	Tallrik	Harv	Sått
A: Höstplöjning 23 cm	21/9-04		25/9-04	25/9-04
B: Tallriksredskap 10-12 cm		2x 29/8-04	25/9-04	25/9-04
C: Ecomat 10 cm	21/9-04		25/9-04	25/9-04
D: Ecomat 2 ggr. 7 & 17 cm	8/9 & 21/9-04		25/9-04	25/9-04
E: Ecomat 15-17 cm + Ecoskär	21/9-04		25/9-04	25/9-04

Bearbetningsdjup

För att kunna jämföra det bearbetningsdjup som ställts in på redskapen med det verkliga slogs två ramar (0.25m^2) ner efter bearbetningen. All lösgjord jord i ramen togs bort och vägdes, jorden från en av ramarna sparades för sållning. Det verkliga bearbetningsdjupet beräknades med hjälp av den våta skrymdensiteten och den lösgjorda jordens massa. Den våta skrymdensiteten bestämdes genom jordprov som togs ut i volymssäkra stålcyllindrar i alla rutor före bearbetningen. Från dessa cylindrar bestämdes även vattenhalten i de olika leden.

Sönderdelning

Den tillvaratagna jorden från en ram i varje ruta sållades och delades in i fraktionerna > 64 mm, 64-32 mm, 32-16 mm, 16-8 mm, 8-4 mm och < 4 mm. Varje fraktion vägdes och för varje led bestämdes de olika aggregatstorlekarnas viktsandel. Med hjälp av de framsållade fraktionernas vikt räknades aggregatens yta/kg jord fram med formeln:

$$A_i = (6 * W_i) / (\rho(\phi_i * \phi_{i+1})^{1/2}) \quad (\text{Hadas \& Wolf, 1983})$$

där

- A_i = Ytan för varje sållningsfraktion (m^2)
- W_i = Massan hos den sållade fraktionen (kg)
- ρ = Jordens skrymdensitet (kg/m^3)
- ϕ_{i+1} = Undre fraktionsgräns (m)
- ϕ_i = Övre fraktionsgräns (m)



Insamling av lösgjord jord för bestämning av bearbetningsdjup.

Dragkraftsmätningar

Dragkraftsmätningarna gjordes med avdelningens MF 6290 som utrustats med en mätutrustning som kontinuerligt registrerar en rad olika parametrar. I detta försök har mätningar av motorvarvtal, hjulens hastighet, radarhastigheten och bränsleåtgång använts för att beräkna effektbehovet. I varje ruta gjordes minst två mätningar.

Mätutrustningen som användes för dragkraftsmätningarna är utvecklad av JTI (Pettersson et al. 2002)

Uppmätt bearbetningsdjup och resultaten från dragkraftsmätningarna användes sedan för att räkna fram det specifika dragkraftsbehovet och dragkraftsbehovet per meter arbetsbredd.

Sönderdelningsenergi

Med hjälp av den framräknade ytan jord, dess skrymdensitet och det specifika dragkraftsbehovet beräknades sedan den mängd energi som krävts för att sönderdela varje m² yta på aggregaten enligt formeln.

$$E_r = (E_m * \sum W_i) / \sum A_i \quad (\text{Hadas \& Wolf, 1983})$$

där E_r = Sönderdelningsenergi (J/m²)
 E_m = Tillförd energi per kilo jord (J/kg)
 $\sum W_i$ = Sammanlagd massa för fraktionerna (kg)
 $\sum A_i$ = Sammanlagd yta för fraktionerna

Ogräs

Ört- och roto-gräs räknades den 13/5. Två slumpvisa räkningar per ruta och tillfälle gjordes i en ram med måtten 0.5*0.5 m.

Patogener

Svampangrepp graderades under ett tillfälle den 15/7. Graderingarna utfördes av Växtskyddscentralen i Uppsala enligt deras gängse metoder för en slutgradering. I höstveteväxtföljden gjordes graderingar av både bladfläcksvampar och stråknäckare.

Skörd

Skördevärden är omräknade till kg/ha och 15 % vattenhalt. I samband med skörden graderades beståndet okulärt med avseende på stråstyrka och grönskott. Graderingen av stråstyrkan har gjorts enligt en skala 0-100, där 100 är ett helt upprättstående bestånd och 0 är ett liggande. Grönskott graderades enligt samma skala där 0 innebär att det inte funnits några gröna omogna kärnor och 100 att alla kärnor var gröna.

Skördeproverna analyserades sedan med avseende på vattenhalt vid skörd, avrens, rymdvikt, 1000-kornvikt och proteinhalt.

Ensidig kornväxtföljd: försök R2-5074

Försöket såddes med korn och utsädesmängden 200 kg/ha. Grödan övergödslades den 27/4 med 300 kg Opticrop 27-5 (81 kg N, 15 kg P och 9 kg S). Ogräs bekämpades den 7/6 med 1.5 l Ariane S + 0.5 l MCPA och den 14/6 med 1.0 l Event Super + 0.1 l vätmedel. I tabellen nedan redovisas en sammanställning av bearbetningarna.

Tabell 3: Bearbetningar i försöksserie R2-5074

R2-5074	Plöjt	Tallrik	Harv	Sått
A: Höstplöjning 23 cm	22-9/04		2 x 27/4-05	27/4-05
B: Tallriksredskap 10-12 cm		2 x 22/9-04	2 x 27/4-05	27/4-05
C: Ecomat 10 cm	22/9-04		2 x 27/4-05	27/4-05
D: Ecomat 2 ggr. 7 & 17 cm	29/8 & 22/9-04		2 x 27/4-05	27/4-05
E: Ecomat 15-17 cm + Ecoskär	22/9-04		2 x 27/4-05	27/4-05

Patogener

Svampangrepp graderades under ett tillfälle den 15/7. Graderingarna utfördes av Växtskyddscentralen i Uppsala enligt deras gängse metoder för en slutgradering. I kornväxtföljden gjordes graderingarna med avseende på bladfläcksvampar.

Skörd

Skördevärden är omräknade till kg/ha och 15 % vattenhalt. I samband med skörden graderades beståndet okulärt med avseende på stråstyrka och grönskott. Graderingen av stråstyrkan har gjorts enligt en skala 0-100, där 100 är ett helt upprättstående bestånd och 0 är ett liggande. Grönskott graderades enligt samma skala där 0 innebär att det inte funnits några gröna omogna kärnor och 100 att alla kärnor var gröna.

Skördeproverna analyserades sedan med avseende på vattenhalt vid skörd, avrens, rymdvikt, 1000-kornvikt och proteinhalt.

Halmbrytning

För att undersöka om bearbetningsstrategin har betydelse för nedbrytningshastigheten av skörderester brukades påsar fyllda med halm ner i samband med de ordinarie bearbetningarna på hösten. Påsarna bestod av teretylen med maskstorleken 1 mm och var fyllda med 3.00 gram lufttorrt halm. Genom att nagla fast påsarna på en halvt vänd tilta inne i plogen kunde påsarna brukas ner på ett liknande sätt som halm och skörderester brukas ner i verkligheten. I varje ruta brukades tre påsar ner förutom i tallriksredskapsledet som utelämnades helt på grund av svårigheterna att bruka ner påsarna utan att förstöra dem. I ledet med en grund och en djupare Ecomatbearbetning brukades påsarna ner vid den senare, djupare bearbetningen.



Nerbrukning av halmpåsar för att bestämma nedbrytningshastigheten.

Statistik

De statistiska beräkningarna gjordes i SAS, alla signifikanstester gjordes på 5 % nivån.

Resultat

Försöksserie R2-5070

Såbäddsundersökning

Nivåskillnad yta

Vid undersökning av nivåskillnaden i ytan på försöksplatsen med 36 % ler visade det sig att led C varierade mest. Den genomsnittliga variationen på 9,4 cm var signifikant högre än hos övriga led, se tabell nedan.

Tvärtemot resultaten på den styvare försöksplatsen visade vårplöjning till konventionellt djup, led B, på den lättare försöksplatsen, minst nivåskillnader. Ecomat Seeder lämnade här en yta efter sig som var signifikant jämnare än övriga led.

Tabell 4 Nivåskillnader i såbädd

Nr 661, 36 % ler

Led	Nivåskillnad yta [cm]	Nivåskillnad såbotten [cm]
A	5,48	3,55
B	6,33	5,28
C	9,40	5,03
E	6,85	3,90

Nr 662, 30 % ler

Led	Nivåskillnad yta [cm]	Nivåskillnad såbotten [cm]
A	5,50	3,60
B	6,80	4,35
C	2,65	4,28
E	5,58	2,88

Nivåskillnad såbotten

Här var skillnaderna små på bägge försöksplatserna och inga signifikanta skillnader fanns

Bearbetningsdjup

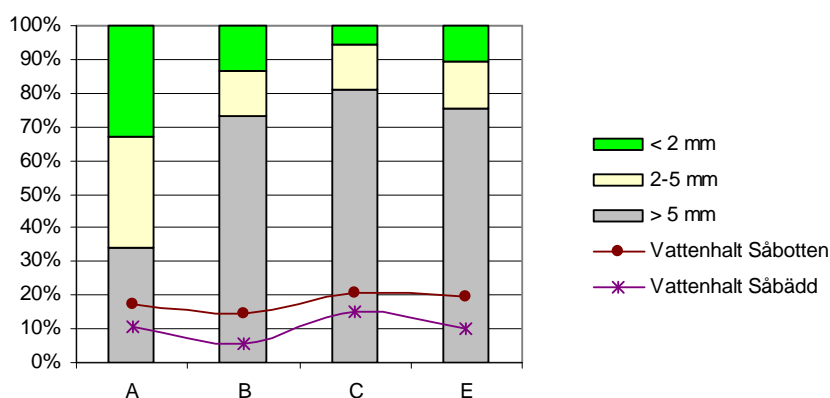
Bearbetningsdjupet, dvs. såbäddens djup varierade på platsen med 36 % ler mellan 7,4 cm för led B, vårplöjning och 5,9 cm för led E, Ecomat utan återpackning. På platsen med 30 % ler var skillnaderna mellan de olika leden små. Inte på någon av försöksplatserna var skillnaderna signifikanta, se tabell.

Tabell 5 Såbäddsberedningens bearbetningsdjup

Led	Bearbetningsdjup [cm]	
	Nr 661, 36 % ler	Nr 662, 30 % ler
A	7,3	6,0
B	7,4	5,5
C	6,8	5,2
E	5,9	5,0

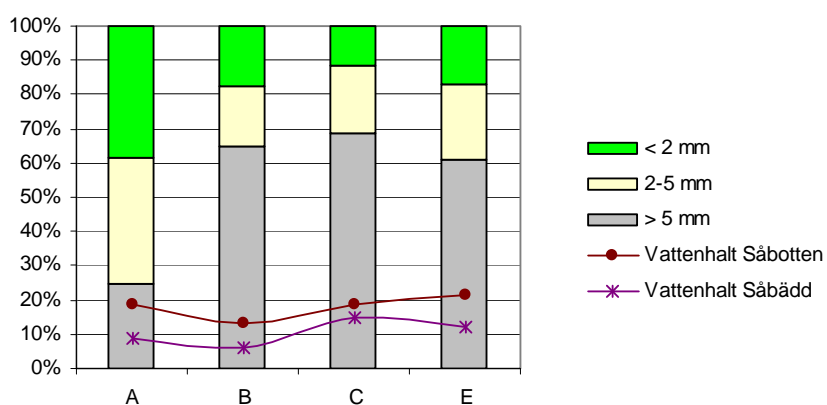
Aggregatsstorleksfördelning

Det höstplöjda ledet urskiljde sig på den 36 procentiga leran genom att det fanns signifikanta skillnader mot de övriga leden i alla de tre fraktionerna. I fraktionerna < 2 mm och 2-5 mm hade led A en signifikant högre andel aggregat än de andra leden. I den största fraktionen fanns också här den signifikant minsta andelen aggregat. Mellan de andra bearbetningsmetoderna var skillnaderna små och det fanns bara statistiska skillnader i fraktionen mindre än 2 mm där led C med 5,8 % skiljde sig från led B på 13,9 %. Se figur nedan.



Figur 1 Aggregatsstorleksfördelning och vattenhalter i försök nr 661, 36 % ler.

På platsen med 30 % ler var skillnaderna mellan led A och de övriga försöksleden även här signifikanta för alla tre storleksfraktionerna. Utöver det fanns inga statistiskt säkerställda skillnader mellan de övriga leden. Se figur 2.



Figur 2 Aggregatsstorleksfördelning och vattenhalter i försök nr 662, 30 % ler.

Vattenhalt

Vattenhalten i både såbädd och såbotten var på platsen med den högsta lerhalten signifikant högre i led C än i leden A och B. I led B, vårplöjning till konventionellt djup, fanns både den torraste såbotten och den torraste såbädden. Se tabell nedan.

På försöksplats nr 662 var i både såbädd och såbotten vattenhalten lägst i led B, vårplöjning. Skillnaden var statistiskt säker i såbotten.

Tabell 6 Vattenhalter i såbädd och såbotten

Nr 661, 36 % ler

Led	Vattenhalt såbotten [%]	Vattenhalt såbädd [%]
A	21,1 bc	12,0 b
B	17,5 c	6,0 c
C	26,0 a	17,9 a
E	24,4 ab	11,1 b

Nr 662, 30 % ler

Led	Vattenhalt såbotten [%]	Vattenhalt såbädd [%]
A	22,9 a	9,8 bc
B	15,2 b	6,4 c
C	23,1 a	17,4 a
E	27,1 a	12,9 ab

*Värden som åtföljs av olika bokstäver är statistiskt skiljda på 5 % -nivån

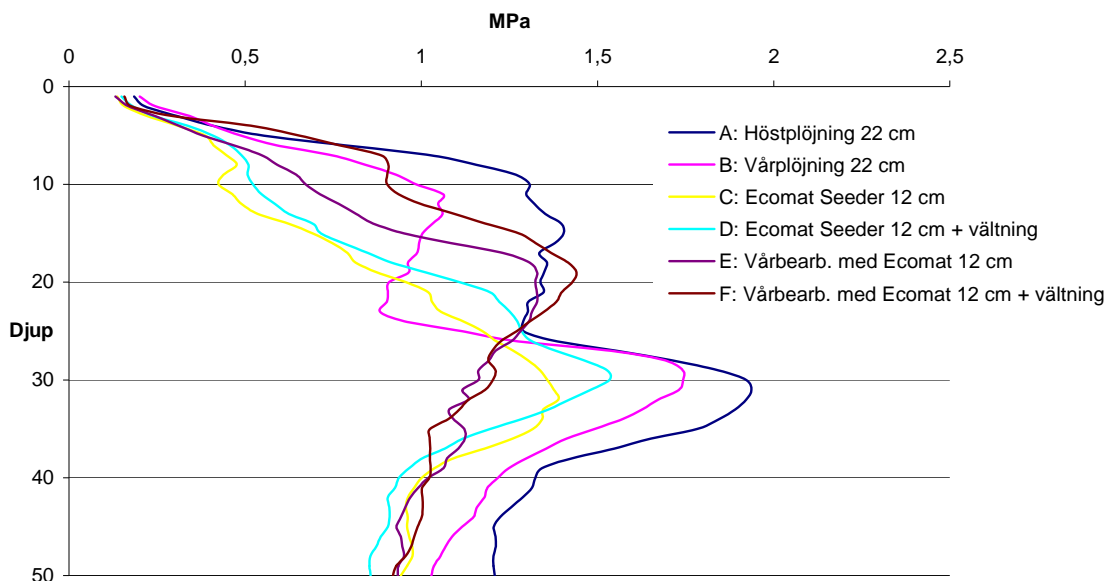
Penetrometermätningar

Nr 661

I försök nr 661 var penetrationsmotståndet på 12 centimeters djup signifikant högst i led A dvs. konventionell höstplöjning. Lägst motstånd i matjorden var det i led C, Ecomat Seeder. Generellt kan sägas att led A, B och F hade högre penetrationsmotstånd än de övriga leden ner till 12 cm djup även om skillnaderna inte alltid var signifikanta. Mellan högsta och lägsta penetrationsmotstånd fanns dock alltid signifikans på alla djup i skiktet ner till 12 cm.

I skiktet under 12 cm och ner till 25 centimeters djup var motståndet i led A fortsatt högt medan motståndet minskade i led B. Motståndet i led C och D var fortsatt lågt och även här var skillnaderna mellan led A och led C och D signifikanta.

I nedre delen av profilen var motståndet i led A och led B, konventionell plogdjup, signifikant högre än övriga bearbetningar på nästan alla djup. Ett undantag utgjordes av led B som på några djup inte gick att skilja från andra led. Observera att den luckrande effekten av Ecokären i led E och F fanns kvar. Se figur 3.



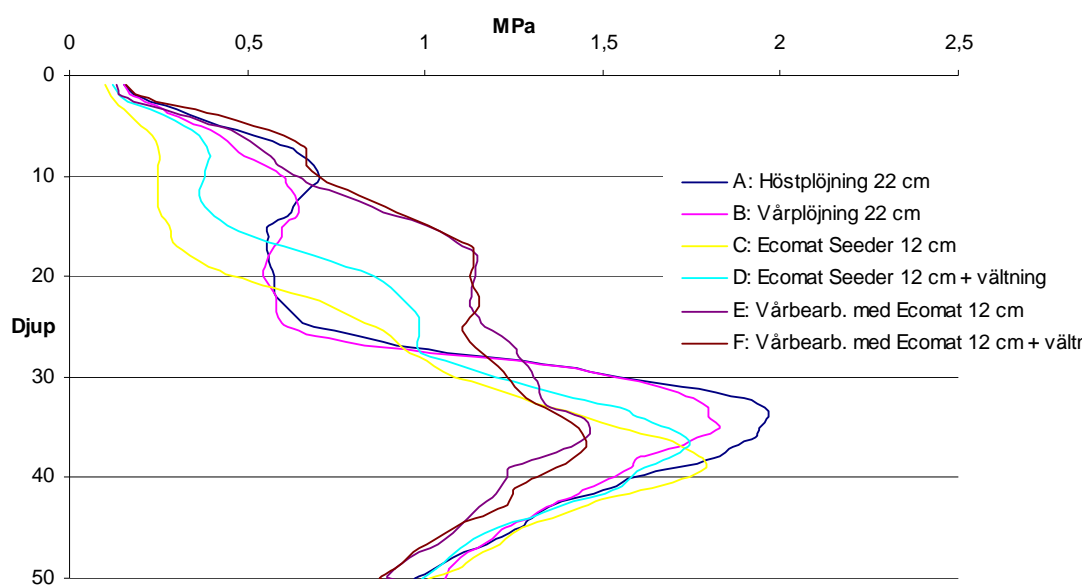
Figur 3 Penetrometermätningar nr 661, 36 % ler.

Nr 662

Även här var motståndet i skiktet ner till 12 cm signifikant högre i led A än i led C och även led D. I led E och F var motståndet ungefär detsamma som för konventionell plöjning ner till 12 centimeters djup.

I mellanskiktet 12 cm och neråt till 25 cm hade Ecomatleden signifikant högre motstånd än led A och led B.

I nedre delen av profilen fanns statistiska skillnader bland annat mellan led A och led B gentemot övriga led. Observera även här den luckrande effekten av Ecoskär i led E och F finns kvar. Se figur 4.



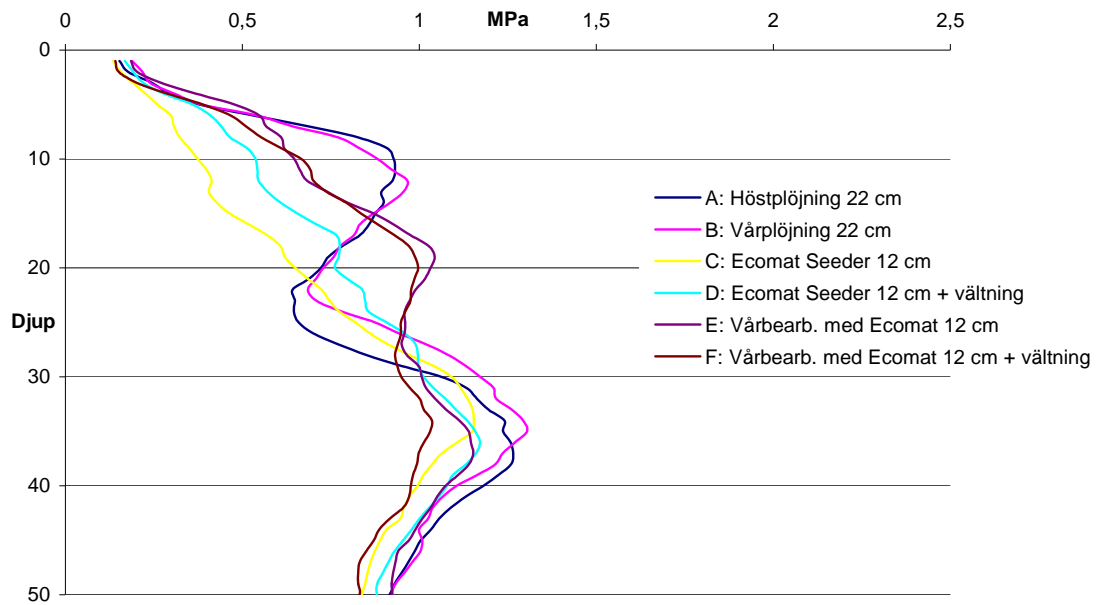
Figur 4 Penetrometermätningar nr 662, 30 % ler.

Nr 663

I försök nr 663 har höst och vårplöjning till konventionellt djup gett det högsta penetrationsmotståndet i skiktet 0-12 cm

I mellanskiktet 12-25 cm fanns signifikanta skillnader, bl.a. mellan led C och övriga led förutom led D.

I nedre delen av profilen påträffades inga signifikanta skillnader. Se figur 5.



Figur 5 Penetrometermätningar nr 663, 16 % ler.



Penetrometermätningar den 2/6-05 i led C, Ecomat Seeder.



Penetrometermätningar den 2/6-05 i led B, vårplöjning till konventionellt djup.

Uppkomst

Vid den första planräkningen var uppkomsten lägst i ledet som plöjts till konventionellt djup på våren. I försök nr 662 var skillnaderna mot de övriga leden signifikanta. Högst antal uppkomna plantor vid den första räkningen fanns i led A. På plats nr 661 med 36 % ler var skillnaderna mot övriga led signifikanta, se tabell 7.

Tabell 7: Uppkomsträkning 13/5-05

Led	Nr 661	Nr 662	Nr 663
A	218a	255a	385ab
B	9d	19c	296c
C	118bc	150b	324bc
D	54cd	146b	342bc
E	75bcd	242ab	436a
F	136b	175ab	369abc

*Värden som åtföljs av olika bokstäver är statistiskt skiljda på 5 % -nivån.

Tabell 8: Uppkomsträkning 21/5-05

Led	Nr 661	Nr 662	Nr 663
A	389a	444a	478a
B	227c	402ab	375bc
C	305bc	337b	324c
D	289c	336b	353c
E	369ab	471a	431ab
F	426a	447a	443a

*Värden som åtföljs av olika bokstäver är statistiskt skiljda på 5 % -nivån.

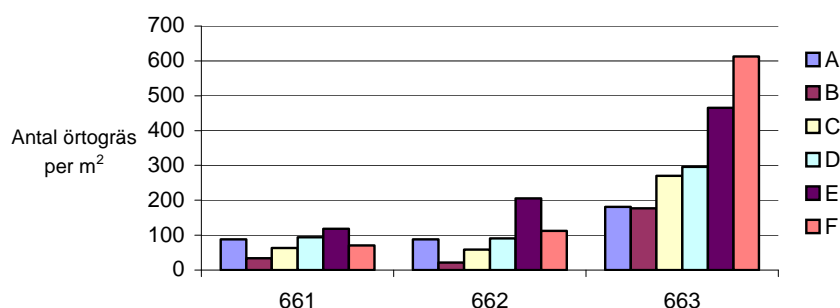
Vid den andra uppkomsträkningen var skillnaderna mellan leden mindre. Dock fanns det fortfarande signifikanta skillnader, se tabell 8.



Uppkomstskillnader mellan leden den 2/6-05. Försök nr 662, 30 % ler.

Ogräs

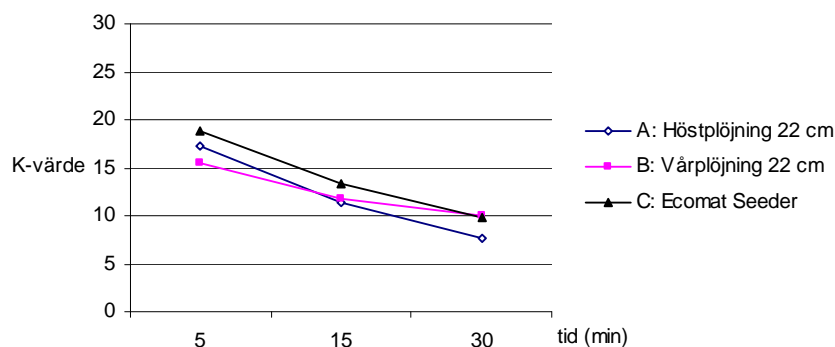
I försök nr. 661 och 662 fanns det signifikanta skillnader mellan de försöksled med den högsta och den lägsta förekomsten av ogräs. Mest ogräs fanns, oavsett försöksplats, i de led som bearbetats grund med Ecomat där sådden sedan skett med konventionell släpbillsteknik. På samtliga platser var ogräsförekomsten lägst i led B. Se figur 6.



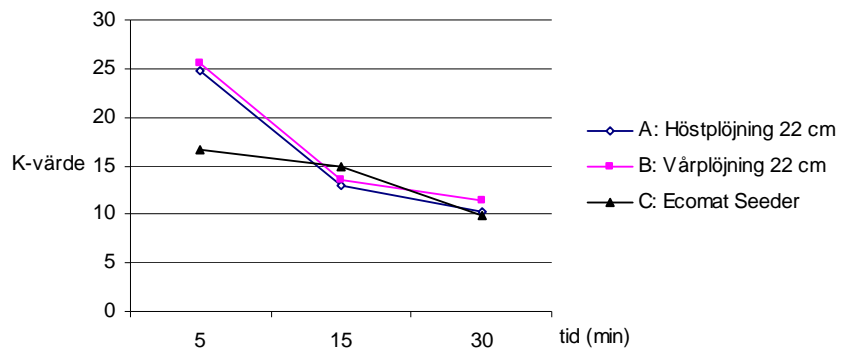
Figur 6: Antal örtogräs i försöksserie 5070.

Infiltration

Infiltrationsmätningarna visade att led B gav den högsta infiltrationshastigheten på bägge försöksplatserna vid den sista mätningen. Den sista mätningen (30 minuters vattenmättnad) får av våra mätningar anses vara den som bäst speglade verkligheten då jorden hunnit bli som mest vattenmättad. Skillnaderna i infiltration mellan de olika bearbetningsmetoderna var dock små och inga signifikanta skillnader fanns, varken efter 5, 15 eller 30 minuters vattenmättnad. Se figur 7 och 8 nedan.



Figur 7. Infiltrationshastighet i försök nr 661.



Figur 8. Infiltrationshastighet i försök nr 662.



Mätning av infiltrationshastighet den 7/10-05.

Skörd

De tre försöken skördades under slutet av augusti månad. Skörderesultaten redovisas i tabellerna 9 till 11 nedan. Medelskördarna för åren 2002-2005 redovisas i tabellen 12 och figurerna 9 till 11 visar skörden årsvis.

Tabell 9. Skörd i försök nr 661, 36 % ler

Havre	Skörd		Stråstyrka	Grönskott
Skördedatum 23/8-05	kg/ha	rel.tal	0-100	0-100
A: Höstplöjning	5240	100	90	0
B: Vårplöjning	3490	66	90	0
C. Ecomat Seeder	3990	76	90	0
D Ecomat Seeder + vältning	4670	95	90	0
E: Vårpl. med Ecomat	5920	113	90	0
F: Vårpl. med Ecomat + vältning	5940	113	90	0
LSD	700			
Signifikansnivå	*			

LSD värdet anger den minsta skillnad som krävs mellan två skördevärden för att dessa skall vara statistiskt signifikanta.

Tabell 10. Skörd i försök nr 662, 30 & ler

Havre	Skörd		Stråstyrka	Grönskott
Skördedatum 24/8-05	kg/ha	rel.tal	0-100	0-100
A: Höstplöjning	6450	100	73	0
B: Vårplöjning	5970	93	90	0
C. Ecomat Seeder	5940	92	69	0
D Ecomat Seeder + vältning	6230	97	60	0
E: Vårpl. med Ecomat	6700	104	68	0
F: Vårpl. med Ecomat + vältning	6520	101	65	0
LSD	300		17	
Signifikansnivå	*		*	

LSD värdet anger den minsta skillnad som krävs mellan två skördevärden för att dessa skall vara statistiskt signifikanta.

Tabell 11. Skörd i försök nr 663, 16 % ler

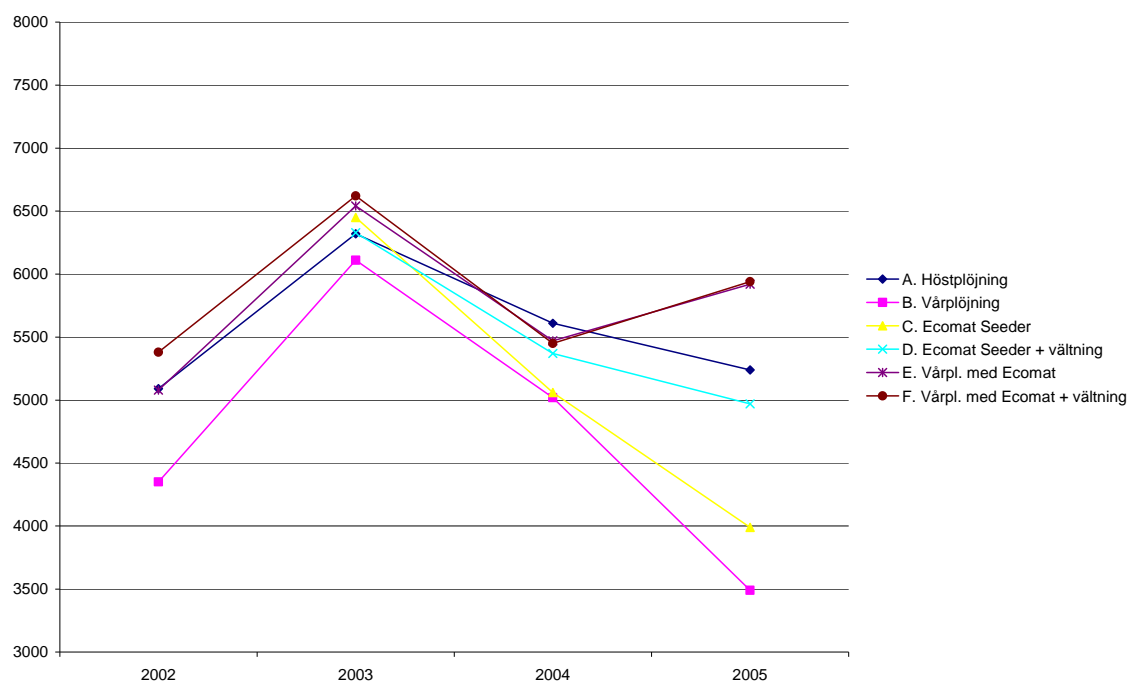
Havre	Skörd		Stråstyrka	Grönskott
Skördedatum 23/8-05	kg/ha	rel.tal	0-100	0-100
A: Höstplöjning	6720	100	89	0
B: Vårplöjning	6790	101	94	0
C. Ecomat Seeder	6520	97	59	0
D Ecomat Seeder + vältning	6810	101	59	0
E: Vårpl. med Ecomat	7120	106	70	0
F: Vårpl. med Ecomat + vältning	7220	107	80	0
LSD	350		25	
Signifikansnivå	*		*	

LSD värdet anger den minsta skillnad som krävs mellan två skördevärden för att dessa skall vara statistiskt signifikanta.

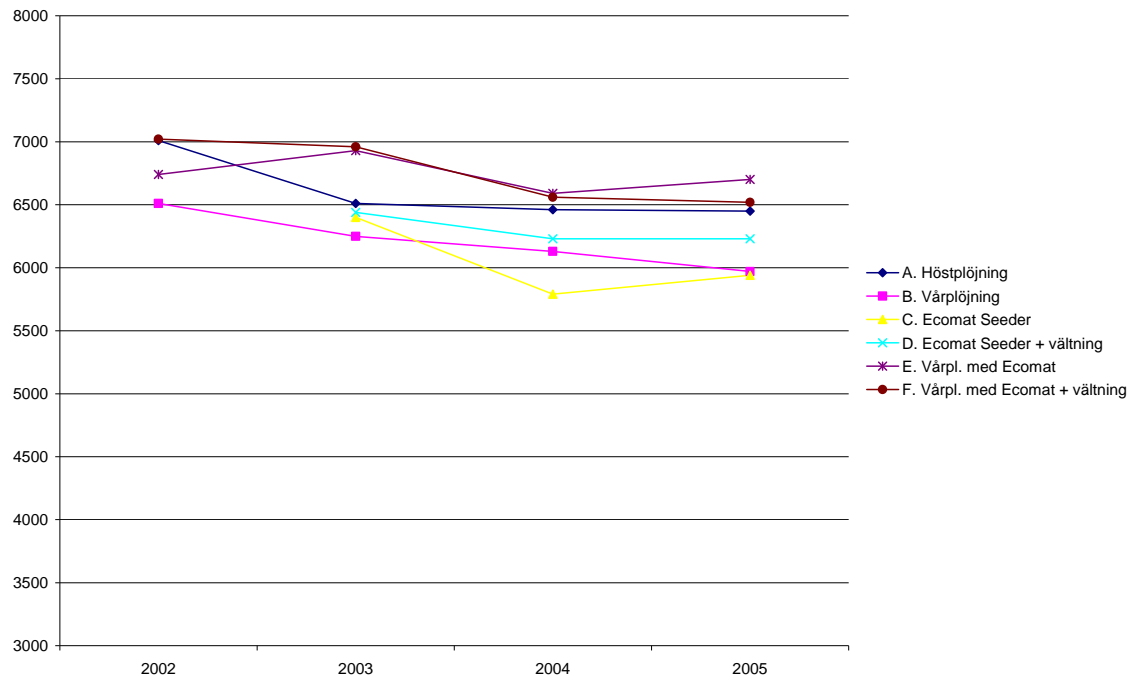
Tabell 12. Medelskörd av vårsäd på samtliga försöksplatser åren 2002-2005

Lerhalt	36 % ler		30 % ler		16 % ler		Medel	
Försök nr.	661/98		662/98		663/98			
	kg/ha	rel.tal	kg/ha	rel.tal	kg/ha	rel.tal	kg/ha	rel.tal
A: Höstplöjning	5565	100	6608	100	5513	100	5895	100
B: Vårplöjning	4743	85	6215	94	5628	102	5528	94
C. Ecomat Seeder*	5167	93	6043	91	5287	96	5499	93
D Ecomat Seeder + vältning*	5557	100	6300	95	5513	100	5790	98
E: Vårpl. med Ecomat	5753	103	6740	102	5758	104	6083	103
F: Vårpl. med Ecomat + vältning	5848	105	6765	102	5828	106	6147	104

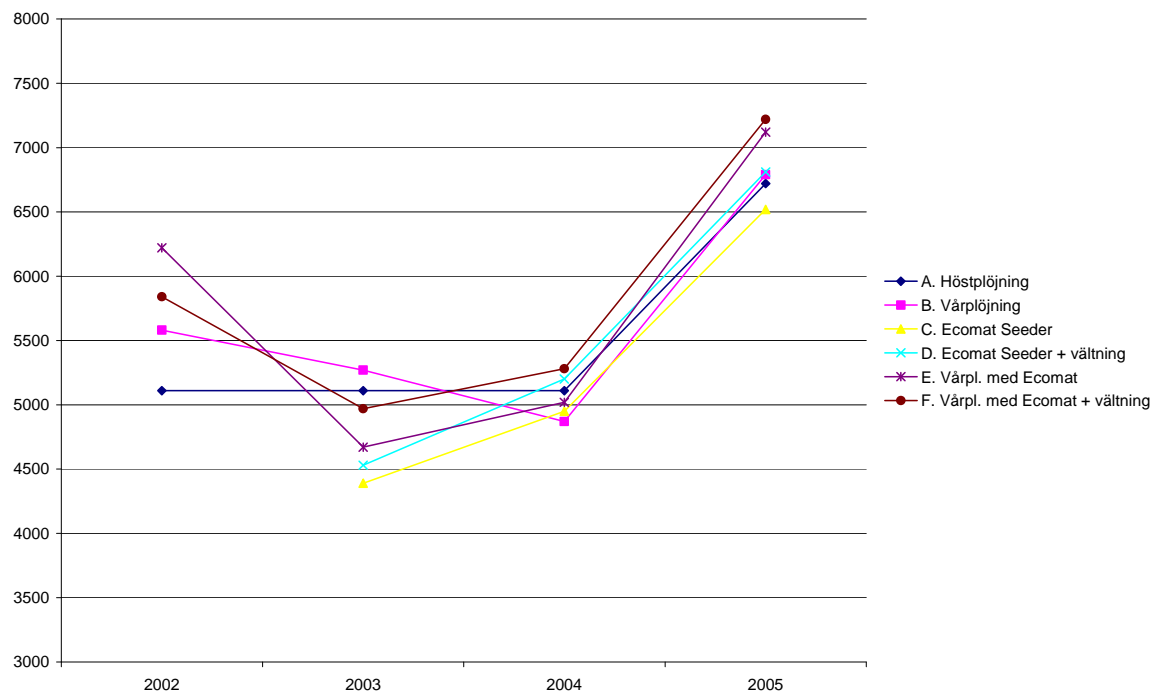
*Led C och D ingick inte i försöket år 2002.



Figur 9. Skördeutveckling försök nr 661, 36 % ler.



Figur 10. Skördeutveckling försök nr 662, 30 % ler.



Figur 11. Skördeutveckling försök nr 663, 16 % ler.

Resultat R2-5073

Patogener

Stråknäckare och Fusarium

Stråknäckare och fusarium graderades på olika sätt. Stråknäckare graderades efter ett index där tio strån graderas. Antalet angripna strån multiplicerades med ett index som styrs av hur kraftigt angreppet är. Fusariumangreppen graderades i procentandel angripna strån.

Varken för Fusarium eller stråknäckare kunde några signifikanta skillnader ses mellan leden.

Graderingen av stråknäckare visade att det endast fanns svaga angrepp på de undersökta stråna. Index i rutorna varierade mellan 0 och 5. Medelindex för de olika leden blev inte högre än 2.5, vilket motsvarar att ett strå av 10 hade svaga angrepp.

Minst angrepp av Fusarium fanns i det konventionellt plöjda ledet och mest i det grunda Ecomatledet, led C. Se tabell 13.

Tabell 13. Stråknäckare och Fusarium i försök R2-5073

Led	Stråknäckar index	% fusarium
A	1.67	13.3
B	2.5	26.7
C	1.67	33.3
D	0	30
E	2.5	30

Bladfläcksvampar

På alla tre bladnivåer utgjordes angreppen uteslutande av DTR, en patogen som starkt förknippas med ensidig växtföljd. Flaggbladet hade vid graderingstillfället klarat sig bra i alla led. Här var inte mer än 2-3 % av flaggbladen angripna. Den tredje bladnivån var betydligt mer angripna med över 70 % angreppsnivå. Inte på någon av bladnivåerna var skillnaderna mellan angreppen så stora att de var statistiskt säkra. Se tabell 14.

Tabell 14. Procentuellt angrepp av bladfläcksvampar i ensidig höstveteväxtföljd

Led	Flaggblad [%]	Blad 2 [%]	Blad 3 [%]
A	3,0	8,7	70,0
B	3,3	10,0	70,0
C	3,3	12,0	76,7
D	2,7	11,0	83,3
E	3,3	13,3	83,3

Ogräs

Ogräsräkningarna visade inga större ledskillnader gällande kvickrot och anmärkningsvärt lite kvickrot hittades vid räkningen (4-8 skott/m²). Förekomsten av örtogräs var större och varierade mer i antal mellan leden än förekomsten av gräsogräs. I led A var antalet örtogräs signifikant högre än i övriga led. Se tabell 14.

Tabell 14. Mängd ogräs på våren i försök 5073

Led	Kvickrot [antal/m ²]	Örtogräs [antal/m ²]
A	8	84 a
B	4	19 b
C	8	35 b
D	8	33 b
E	5.3	29 b

Värden som åtföljs av olika bokstäver är statistiskt signifikanta på 5 % - nivån.

Vattenhalt vid bearbetningstillfället

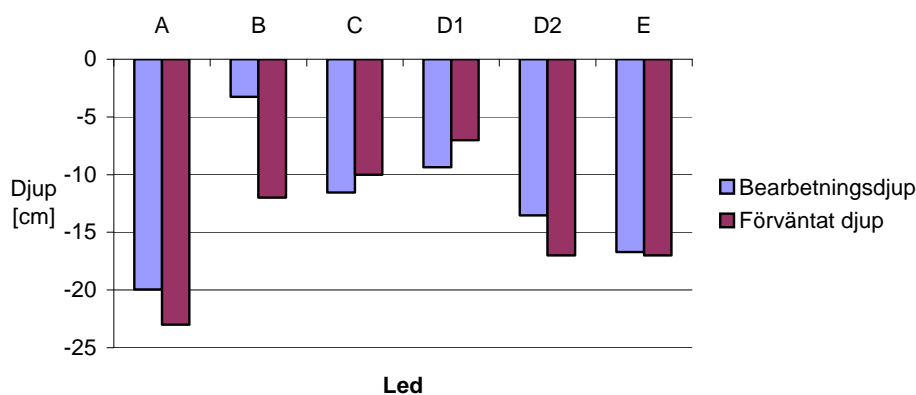
Vattenhaltsproven som togs i samband med bearbetningen den 20 september saknade statistiskt signifikanta skillnader. Vattenhalten i led D bestämdes vid det första bearbetningstillfället. Se tabell 15.

Tabell 15. Vattenhalt vid bearbetningstillfället

Led	Vattenhalt [%]
A	27,0
B	29,7
C	26,3
D	28,3
E	28,3

Bearbetningsdjup

I figur 12 redovisas resultatet av uppmätt och förväntat bearbetningsdjup. Störst skillnad mellan det förväntade och det uppmätta bearbetningsdjupet mättes i tallriksredskapet ledet.



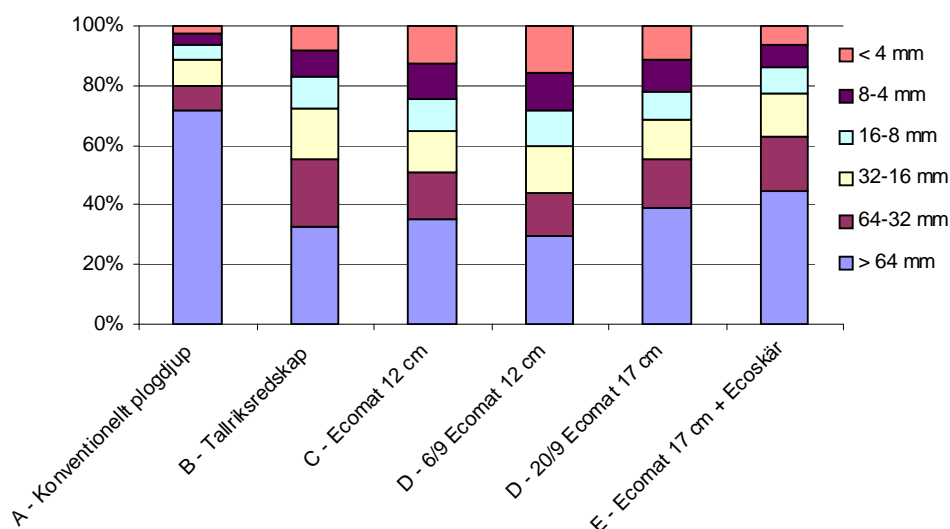
Figur 12. Uppmätt och förväntat bearbetningsdjup i försök 5073.

Sönderdelning

Uppdelning i fraktioner genom sällning visade att konventionell höstplöjning resulterade i den signifikant högsta viktsandelen aggregat större än 64 mm.

Högst andel aggregat mindre än 4 millimeter uppnåddes vid den första, grunda, bearbetningen i led D. Näst högst andel små aggregat erhöles i led C, som innebar bearbetning till samma djup som i den första bearbetningen i led D.

Den första bearbetningen i led D skiljer sig statistiskt med avseende på aggregat < 4 mm. från alla led förutom från led C, dessa två led gick inte att skilja åt statistiskt.



Figur 13. Fraktionsfördelning i % -fördelning av vikten i försök R2-5073.

Dragkraftsmätningar

Specifikt dragkraftsbehov

Det specifika dragkraftsbehovet är ett mått där dragkraften sätts i relation till mängden bearbetad jord, dvs. dragkraftsbehovet/tvårsnittetsarea bearbetad jord.

Högst specifik dragkraft uppmättes efter tallriksredskapet vars dragkraftsbehov skiljde sig signifikant från alla andra led förutom från den första grunda bearbetningen i led D. Lägst dragkraftsbehov hade led C, bearbetning till tio centimeters djup med Ecomat. Resultaten redovisas i tabell 16.

Tabell 16. Specifikt dragkraftsbehov

Led	Specifikt dragkraftsbehov [kN/m ²]
A	84.9 b
B	114.6 a
C	52.5 c
D1	97.5 ab
D2	70.1 bc
E	79.9 bc

Värden som åtföljs av olika bokstäver är statistiskt signifikanta på 5 % - nivån.

Dragkraftsbehov per meter arbetsbredd

Konventionell höstplöjning krävde den högsta dragkraften per meter arbetsbredd och tallriksredskapet den lägsta. Jämför man de olika Ecomatleden med varandra krävde det med Ecoskär högst dragkraft och det grunt bearbetade ledet det lägsta. Dragkraftsbehovet i led D som innefattar en grund och en djupare bearbetning med Ecomat vid två olika tidpunkter går inte att skilja åt statistiskt. Skillnaderna mellan alla andra led var signifikanta. Se tabell 17.

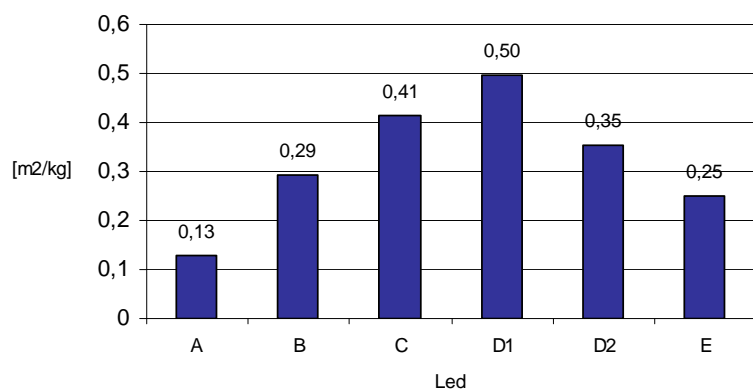
Tabell 17. Dragkraftsbehov/meter arbetsbredd, kN/m

Led	[kN/m]
A	16.98 a
B	3.17 e
C	5.97 d
D1	8.91 c
D2	9.17 c
E	12.89 b

Värden som åtföljs av olika bokstäver är statistiskt signifikanta på 5 % - nivån.

Yta

Aggregatens yta per kilo jord är ett resultat av hur stor sönderdelningen efter en bearbetning blivit. En stor andel små aggregat innebär en stor specifik yta. Störst yta hade bearbetningarna med Ecomat till 10 centimeters djup i led C och D skapat. Led D skapade en signifikant större yta än de andra leden undantaget led C. Minst yta skapades av den konventionella höstplöjningen. Figur 14.

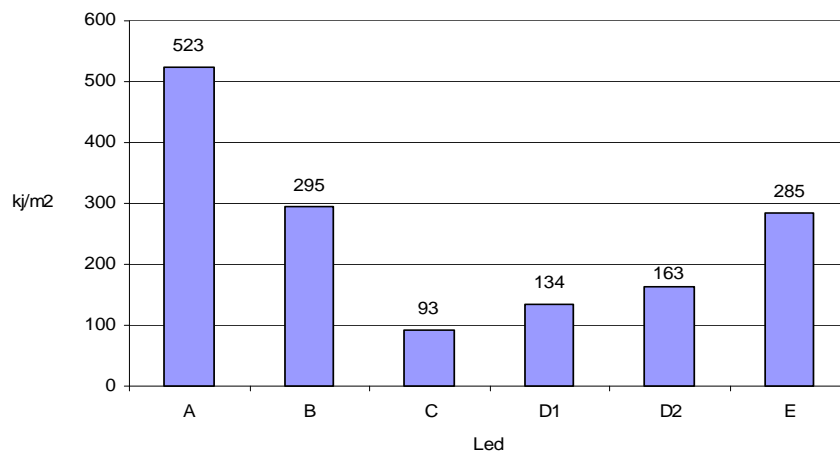


Figur 14. Aggregatens yta per kilo jord i försök R2-5073.

Joule/m²

Den energi som åtgår för att åstadkomma viss yta på de lösgjorda aggregaten kan ses som ett mått på hur energikrävande ett redskap är.

Högst energi för sönderdelning har gått åt vid plöjning. Effektivast när det gäller sönderdelning har varit den grunda bearbetningen med Ecomaten, led C, vilket även ses i led D1. Skillnaderna mellan konventionell plöjning och de övriga leden var signifikanta. Även led C som krävde lägst sönderdelningsenergi skiljer sig signifikant från alla led förutom från led D. Se figur 15.



Figur 15. Sönderdelningsenergi i försök R2-5073.

Skörd

Försöket skördades den 30 augusti. Skörderesultaten år 2005 redovisas i tabell 18. I tabell 19 redovisas medelskörden under försöksåren 2003-2005 och i figur 16 redovisas skörden årsvis.

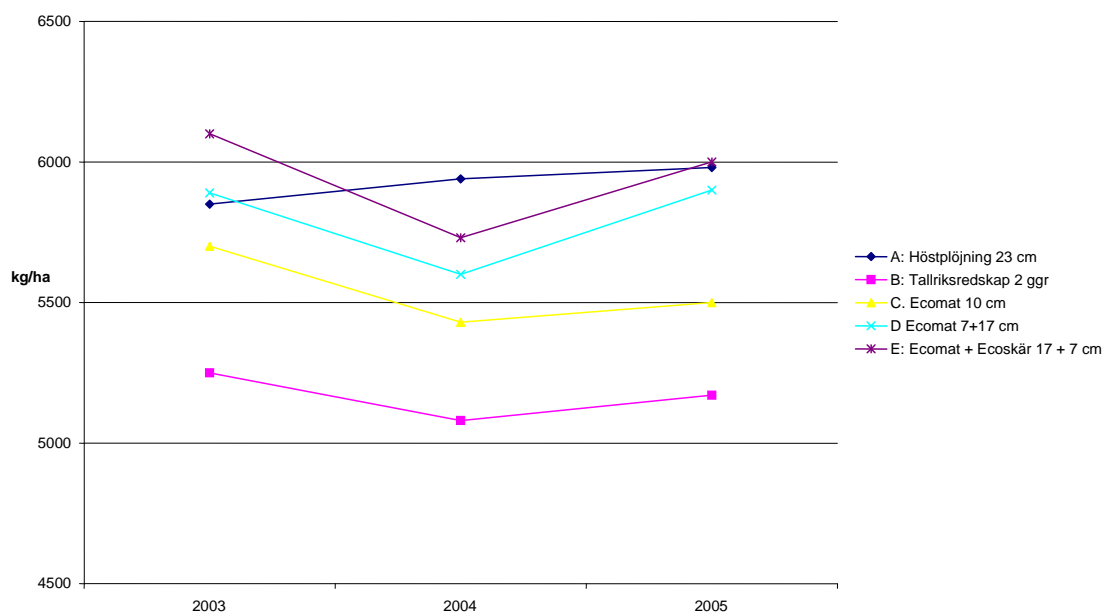
Tabell 18. Skörderesultat 2005

Höstvete	Skörd		Stråstyrka	Grönskott
Skördedatum 29/8	kg/ha	rel.tal	0-100	0-100
A Höstplöjning 23 cm	5980	100	90	0
B tallriksredskap 2 ggr	5170	86	82	0
C Ecomat 10 cm	5500	92	88	0
D Ecomat 7 & 17 cm	5900	99	88	0
E Ecomat + Ecoskär 17 + 7 cm	6000	100	90	0
LSD	830		6	
Signifikansnivå	*		*	

LSD värdet anger den minsta skillnad som krävs mellan två skördevärden för att dessa skall vara statistiskt signifikanta.

Tabell 19. Medelskörd under försöksåren 2003-2005

Höstvete	Medelskörd	
	kg/ha	rel.tal
A Höstplöjning 23 cm	5920	100
B tallriksredskap 2 ggr	5170	87
C Ecomat 10 cm	5540	94
D Ecomat 7 & 17 cm	5800	98
E Ecomat + Ecoskär 17 + 7 cm	5940	100



Figur 16. Skörd i ensidig höstveteväxtföljd 2003-2005 i försök R2-5073.

R2-5074

Halmnedbrytning

I försök R2-5074 bearbetades påsar fyllda med halm ner hösten 2004. Dessa grävdes upp före sådd 2005. Resultaten redovisas nedan i tabell 21.

Tabell 21. Nedbrytning av inarbetad halm i försök R2-5074

Led	Vikt av ursprungsvikten [%]
A	73.5 b
C	80.1 a
D	79.7 a
E	80.0 a

Värden som åtföljs av olika bokstäver är statistiskt signifikanta på 5 % - nivån.

Störst nedbrytning uppmättes i det konventionellt plöjda ledet, led A, skillnaderna mot de övriga leden var signifikanta.

Patogener

Liksom i försök R2-5073 gjordes gradering med avseende på bladfläcksvampar i korn endast vid ett tillfälle. Patogena svampar i försöken var kornets bladfläcksjuka, nättypen, och kornets sköldfläcksjuka. Se tabell 20.

Tabell 20. Angrepp av bladfläcksvampar i en ensidig kornväxtföljd

Led	Flaggblad [%]	Blad 2 [%]	Blad 3 [%]
A	0,67	4,0	66,7
B	2,33	36,7	100
C	1,67	29,3	93,3
D	0,67	6,7	76,7
E	0,67	10,0	66,7

I alla bladnivåer var angreppen högst i det led som bearbetats med tallriksredskapet, led B. Näst högst angrepp erhöles i det led som bearbetats till tio centimeters djup med Ecomat, led C. Mellan dessa två led fanns det inga signifikanta skillnader.

I led B var 100 % av bladen på den tredje bladnivån angripna. De led som klarat sig bäst var A och D, konventionell höstplöjning respektive djup bearbetning med Ecomat, som på alla bladnivåer skiljde sig signifikant från de två mest angripna leden.

Skörd

Försöket skördades den 30 augusti. Skörderesultaten år 2005 redovisas i tabell 22. I tabell 23 redovisas medelskörden under försöksåren 2003-2005 och i figur 17 redovisas skörden årsvis.

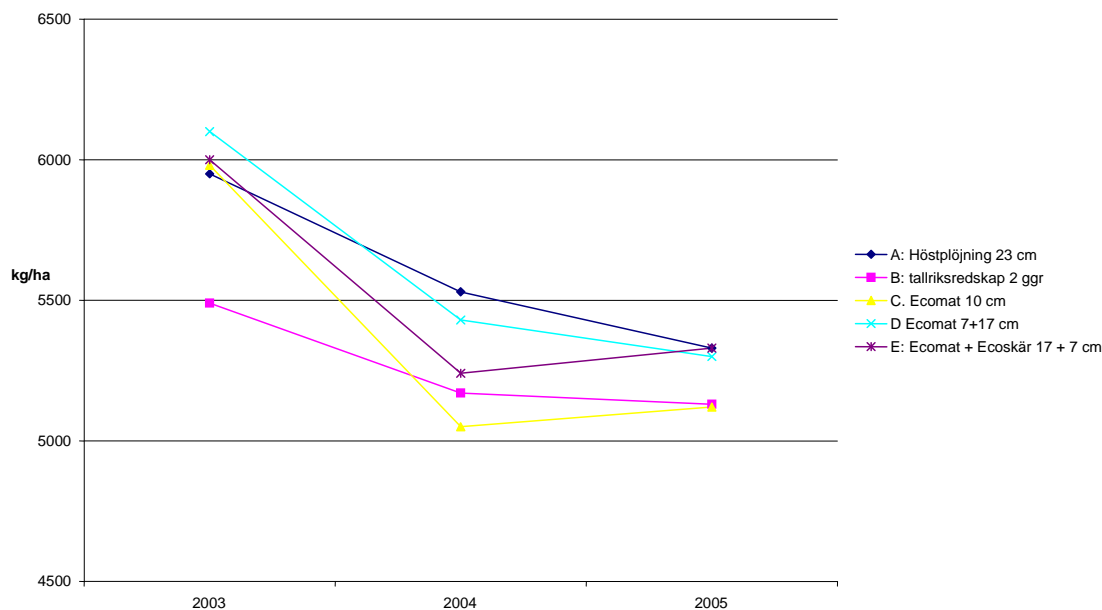
Tabell 22. Skörderesultat 2005

Korn	Skörd		Stråstyrka	Grönskott
Skördedatum 30/8	kg/ha	rel.tal	0-100	0-100
A: Höstplöjning 23 cm	5330	100	33	0
B: tallriksredskap 2 ggr	5130	96	37	0
C. Ecomat 10 cm	5120	96	33	0
D Ecomat 7+17 cm	5300	100	43	0
E: Ecomat + Ecoskär 17 + 7 cm	5330	100	40	0
LSD	n.s.		n.s.	
Signifikansnivå				

LSD värdet anger den minsta skillnad som krävs mellan två skördevärden för att dessa skall vara statistiskt signifikanta.

Tabell 23. Medelskörd under försöksåren 2003-2005

Korn	Medelskörd	
	kg/ha	rel.tal
A: Höstplöjning 23 cm	5600	100
B: tallriksredskap 2 ggr	5230	94
C. Ecomat 10 cm	5380	96
D Ecomat 7+17 cm	5610	100
E: Ecomat + Ecoskär 17 + 7 cm	5520	99



Figur 17. Skördeutveckling ensidig kornväxtföljd 2003-2005.

Diskussion

R2-5070 Ecomat som vårbearbetningsredskap

Såbädd och uppkomst

En tumregel för en god såbädd brukar vara att hälften av alla aggregat ska vara mindre än 5 mm i diameter. Anledningen till detta är att en större andel små aggregat ger ett bättre avdunstningsskydd än stora aggregat. Dessutom ger många små aggregat bättre kontakt mellan frö och jord. Detta leder till en ökad kapillär vattentransport vilket gör att en större mängd vatten kan nå fröet.

I försöksserie R2 5070 uppnåddes tumregeln bara i led A (höstplöjning) där ca.66 % respektive 72 % av aggregaten på de två försöksplatserna var mindre än 5 mm. I de övriga leden uppfylldes inte detta år de krav tumregeln ställer, trots olika grader av såbäddsberedning. Led E (Ecomat + kompletterande sladdning) har tidigare år hamnat nära denna 50 % gräns som utgör tumregeln. Att det höstplöjda ledet hade en så hög andel små aggregat beror på att vinterns tjälningscykler fryser och torkar sönder lerorna i små aggregat.

Det led som vårplöjts till konventionellt djup hade både den torraste såbädden och den torraste såbotten. En anledning till detta var de många såbäddsberedningarna som krävts för att skapa en acceptabel såbädd torkat ut såbädden. Detta led plöjdes cirka två veckor före de andra leden och såbäddsberedning har för alla led skett samtidigt. Under dessa veckor har därför jorden hunnit torka ut, vilket ökat behovet av såbäddsberedning jämfört om denna skett under optimala förhållanden. Detta återspeglar sig i såväl dålig uppkomst och låga skördenivåer där detta led legat mycket lågt.

Vid sådd av havre rekommenderas 450 grobara kärnor per kvadratmeter. Förutom planttätheten är en jämn uppkomst en viktig faktor. En ojämn uppkomst leder lätt till att grönskott bildas vilket ger en ojämn mognad i beståndet. I ojämna bestånd får dessutom ogräs större möjligheter att etableras där grödan är tunn och därför konkurrerar dåligt. Ojämnast uppkomst fanns i de led som plöjts till ett konventionellt djup på våren. Vid tillfället för den första räkningen fanns den jämnaste uppkomsten i det höstplöjda ledet. I den andra räkningen visade det sig att led E, Ecomat på våren, sett över alla tre försöksplatserna gett de bästa förutsättningarna för groning.

Försöksplatsen med 16 % ler hade vid räkningarna överlägset störst antal ogräs. Förklaringen till det är att det på denna plats skapats bäst förutsättningar för både gröda och ogräs att gro. Jämför man ledvis hade led B, vårplöjning till konventionellt plogdjup på alla tre försöksplatser det lägsta ogrästrycket. Förklaringen till detta kan vara att den uttorkade såbädden inte gett tillräckligt bra förutsättningar för att ogräset ska kunna gro.

Penetrometermätningar

De led som var sådda med Ecomat Seeder hade genomgående det lägsta motståndet i matjordens övre del. Skillnader i motstånd mellan Ecomat Seeder- och Ecomat-leden är intressanta då de endast har skiljt sig från varandra genom efterföljande såbäddsberedning och

sådd. Skillnaderna visar att dessa överfarter hade en betydande inverkan på motståndet i matjorden.

Det finns en risk med en allt för lucker matjord eftersom en lucker jord har sämre kapillaritet. Detta innebär en sämre vattentransport i marken vilket drabbar växten.

Trots att grund plöjning med Ecomat bara funnits med i försöken sedan 2002 kan man ana att den tidigare trafikulan som fanns på de två styvare lerorna har börjat luckras upp. Skillnaderna i det förtätade skiktet på dessa två försöksplatser mellan Ecomatleden och höstplöjning var signifikanta. Dock ser det ut som att en ny grundare trafikula börjat bildas i dessa led på djupet 10-15 centimeter vilket var väntat då matjorden bara luckras till det djupet.

Frågan är om man med tiden kommer att få en sula med samma motstånd som den tidigare trafikulan som funnits på 25-30 centimeters djup eller om motståndet i den nybildade sulan stannar på de nuvarande nivåerna. Ett antagande är att en förhårdnad blir känsligare och påverkas mer av trafik "on land" om den befinner sig närmre ytan än om den finns längre ner. Om ett svårgenomträngligt skikt ligger ytligare blir den volym luckrad jord som växtrötterna lätt kan penetrera mindre. Det kan leda till ett känsligare system då växterna måste hämta det mesta av näring och vatten ur en mindre volym. Å andra sidan har de processer som kan anses vara läkande (ex. biologisk aktivitet och frysning/tining) en starkare inverkan vid ytan än på djupet vilket kan tänkas ha en motverkande effekt på förtätning av jorden.

På den lätta leran var skillnaderna i motstånd mellan de olika leden mycket mindre och i matjorden fanns bara signifikanta skillnader mellan Ecomat Seeder-leden och övriga led. Här fanns inte samma tydliga trafikula hos de led som bearbetats till ett konventionellt djup som på de styvare lerorna och motståndet i det förhårdnade skiktet var lägre.

Då det i dessa försök inte går några tyngre maskiner kan det spekuleras i hur verklighetstroga penetrationsmotstånden egentligen blir. Maskinerna som används i försöksverksamheten är relativt lätta och utrustade med bättre däck än vad genomsnittsmaskinerna är. Försöksleden belastas inte heller av några tunga överfarter som till exempel spannmålstransporter eller gödseltunnor. Därför kan jorden i försöksleden vara mindre kompakt än vad den vore om den odlades under "verkliga" förhållanden. Å andra sidan är det förmodligen en större trafik i försöksrutorna då tex. såbäddsberedning ej kan ske på diagonalen i samma utsträckning som i verkligheten.

Det vore intressant att se vad som händer på sikt i Ecomatsystem där marken brukas av tyngre maskiner med olämpliga däcktryck. Är Ecomatsystemet känsligare för olämpliga däcktryck och hjullaster jämfört med konventionell plöjning där ett större djup luckras? Finns det några skillnader jämfört med grunda reducerade system som enbart bearbetas med kultivator av typen tallrik + vält?

Vid infiltrationsmätningarna verkade det som att de led som bearbetats med Ecomat var lättare att gräva i och således luckrare. I dessa led hittades det även mer mask än i de övriga. Därför var resultatet av infiltrationsmätningarna överraskande. Att B-ledet skulle ha den högsta infiltrationen, även om det inte alls fanns några signifikanta skillnader, var mycket oväntat. Möjligen är jordarna på försöksplatserna så pass strukturstarka att den aktivitet som odling här innebär inte har någon betydande inverkan på infiltrationen.

Årets skörderesultat visade att grund vårbearbetning med Ecomat följt av separat sådd med släpbillar har hävdat sig bra i förhållande till konventionell höstplöjning. Grund vårbearbetning med Ecomat har under 2005 gett de högsta skördarna på alla försöksplatserna. Även för perioden 2002-2005 var skörden i dessa led högre än skörden i det höstplöjda ledet.

De vårplöjda ledet har under 2005 på de två försöksplatserna med 30 och 36 % ler inte lyckats alls med upp till 34 % lägre skörd än i det höstplöjda ledet. På försöksplatsen med den lättaste leran har det gått bättre där skördenivåerna till och med var något bättre än i det höstplöjda ledet. Medelskörden över åren 2002-2005, för samtliga försök, visar dock att vårplöjning till konventionellt plogdjup resulterat i lägre skördar än höstplöjning till samma djup. Orsaken till detta kan vara problemet med den försenade säbäddsbereidningen. Hade den skett under optimala förhållanden skulle såväl vattenhalt i marken, antal grodda frön och skördenivåer säkerligen varit högre.

Av de led som såtts med Ecomat Seeder har ledet med efterföljande vältning (led D) gett det bästa resultatet. Även om skördarna i dessa led på de två platserna med 30 och 36 % ler i år var något lägre än de höstplöjda leden fanns inga signifikanta skillnader i skördenivåer på någon av försöksplatserna. Årsmedelskörden för led D på alla tre försöksplatserna var nästan i nivå med det höstplöjda ledet. Detsamma gäller medelskörden över perioden 2003-2005. Vid beräkning av flerårsmedelskörden ingår inte Ecomat Seeder leden 2002 då dessa led såddes med såplog.

Sådd med Ecomat Seeder utan efterföljande vältning har dock gett ett sämre resultat. På den styvaste försöksplatsen blev skörden hela 24 % lägre än i leden med konventionell höstplöjning. Årsmedelskörden och flerårsmedlet för detta led har tillsammans med de konventionellt vårplöjda leden gett de minsta skördarna. Från detta kan man dra slutsatsen att Ecomat Seeder lämnat efter sig ett allt för luckert bruk i den bearbetade profilen. Skördeskillnaderna mellan det ovältade Ecomat Seeder ledet och det återpackade ledet visade vikten av återpackning efter sådd med Ecomat Seeder.

R2-5073 Ecomat i en ensidig växtföljd, höstvet

Då det verkliga bearbetningsdjupet räknats fram stod det klart att inte alla bearbetningsmetoder nått ner till de tänkta djupen. Tallriksredskapets tänkta tolv cm var egentligen bara lite över tre cm. Led E med Ecokär förvånade lite då det verkliga djupet bara motsvarar det djup som plogkroppen nått ner till. Det ledet borde ha varit djupare med tanke på att Ecokären bearbetar ca 7 centimeter djupare än plogkroppen. Detta kan bero på att Ecokär endast fanns på hälften av plogkropparna samt att Ecokären inte skär ut hela tiltans bredd. Förmodligen har även någon eller några av ramarna vid mätningarna hamnat på platser som inte bearbetats av Ecokär.

Vid kultivering ser ytan ut att höjas med några centimeter tack vare att den bearbetade jorden luckras och blandas in med halm. Därför är det lätt att luras att tro att tallriksredskap och kultivatorer bearbetar djupare än vad de verkligen gör. Resultat från detta försök och tidigare försök visar att kultivatorer och tallriksredskap nästan aldrig når ner till det inställda och förväntade djupet.

Sönderdelning

Att den största fraktionsgränsen vid sållningen var 64 mm var egentligen lite missvisande. Eftersom plöjning bygger på principen att vända jorden ger detta inte upphov till någon större sönderdelning. Därför bör det påpekas att den dominerande viktsandelen av aggregaten i de led som plöjts till konventionellt djup egentligen var större än 200 mm

Det goda resultatet efter en grund överfart med Ecomaten kan till vis del förklaras med att den var utrustad med en Packomat. En annan förklaring kan vara den grunda bearbetningen. I ytan fanns naturligt små aggregat som uppstått genom frost och torka. Den grunda bearbetningen behåller en större andel av dessa naturliga aggregat i ytskiktet. En annan viktig faktor som härstammar från den grundare bearbetningen är att det sker en viss höjning av mullhalten. En högre mullhalt främjar strukturen och ger jorden fler naturligt stabila aggregat, detta leder till en mer lättbrukad jord.

Det specifika dragkraftsbehovet är ett mått som påverkas av mängden bearbetad jord och i vilken grad jorden bearbetas. Därför kommer redskap där stora volymer jord bearbetas utan att sönderdelas tillskrivas låga energibehov. Med andra ord gynnas plöjning då den vändande principen inte förbrukar särskilt mycket energi för sönderdelning. Likväl kommer redskap som bearbetar jorden grunt och intensivt såsom kultivatorer och tallriksredskap att få ett högt värde.

Våra mätningar bekräftade resultaten från tidigare undersökningar att plöjning kräver ett mindre specifikt dragkraftsbehov än kultivering och tallriksbearbetning.

Enligt Gustavsson 2003 är det specifika dragkraftsbehovet för plogar oberoende av arbetsdjupet, ett påstående som borde stämma även här. Det var därför förvånande att se att det fanns signifikanta skillnader i dragkraftsbehov mellan likvärdiga arbetsdjup, led C och den första bearbetningen i led D. Led D har bearbetas så grunt som möjligt med ett tillfredställande resultat gällande halminblandning. Här har bearbetningsdjupet i fält uppskattats till ca 7 cm. I led C är Ecomaten inställt att bearbeta på ett djup av ca 10 cm. I verkligheten skiljde det 2.1 centimeter i bearbetningsdjup, 11.5 i led C mot 9.6 i led D men skillnaden i bearbetningsdjup var inte signifikant. Inte fanns det heller några signifikanta skillnader gällande vattenhalt, sönderdelning, ogräs eller skörd. Trots detta har bearbetningen i led D nästan krävt en dubbelt så stor dragkraft som vid bearbetning i led C.

Ett antagande som kan förklara detta kan vara att bearbetning i led C hela tiden skett till ungefär samma djup. Det kan därför vara möjligt att en bättre struktur byggts upp i vilket gör att bearbetningen gått lättare. I led D som innefattar två bearbetningar blandas däremot en större mängd jord vilket inte gett en lika tydlig strukturfrämjande effekt och därav det större dragkraftsbehovet vid den andra djupare bearbetningen

Skörd

Detta år verkar skördenivåerna ha haft ett positivt samband med bearbetningsdjupet. Störst skörd noterades i det konventionellt plöjda ledet och i Ecomatledet till 17 cm utrustat med Ecoskär. De minsta skördarna uppmättes i tallriksledet som också skiljde sig signifikant mot Ecomatledet med Ecoskär. Även flerårsmedlet visade på ett samband mellan skördenivåer och

bearbetningsdjup då de största medelskördarna har uppmätts i Ecomatledet med Ecoskär och i det konventionellt höstplöjda ledet.

Patogener

Även om graderingarna detta år inte visat på några signifikanta skillnader i angreppsnivåer kan man ändå anta att det fanns ett positivt samband mellan skörd och myllningsdjup av skörderester.

R2-5074 Ecomat i en ensidig växtföljd, korn

Vad gäller patogener fanns här ett positivt samband mellan bearbetningsdjup och angreppsnivå. Störst angrepp fanns i det tallriksbearbetade ledet och minst angrepp fanns i ledet med konventionellt plogdjup. Mellan de två minst och de två mest angripna leden fanns det också signifikanta skillnader. Det faktum att det även fanns signifikanta skillnader i nedbrytningshastighet styrker i detta fall sambandet om bearbetningsdjup och angreppsnivå då det innebär mindre överlevnadsmöjligheter för saprofytiskt överlevande patogener.

Skillnaderna mellan leden i årets skörd var små och inga signifikanta skillnader fanns. Högst flerårsmedelskörd fanns i det konventionellt plöjda ledet och det som bearbetats en grund och en djup gång med Ecomat (led D). Även här fanns en positiv koppling till ett större bearbetningsdjup. Merskördarna kan här kopplas till det lägre svamptrycket men förmodligen även till att korn har ett relativt sett svagt rotsystem och därför har större möjligheter att utveckla ett bättre rotsystem i en luckrare jord.

Slutsatser

Grund vårbearbetning med Ecomat har jämfört med bearbetning till konventionellt plogdjup gett långsiktiga skördeökningar.

Vårbearbetning med Ecomat kan tack vare det grunda bearbetningsdjupet och Packomaten minska behovet av efterföljande såbäddsberedning.

Med ett mindre bearbetningsdjup kommer den historiska trafiksulan, som ofta förknippas med plöjning att långsiktigt luckras upp. Dock börjar en ny trafiksula bildas strax under det nya grunda bearbetningsdjupet

Vid etablering med Ecomat Seeder kan ett för luckert bruk fås vilket påverkar etablering av grödan negativt.

Återpackning har i de vårbearbetade Ecomat och Ecomat Seeder- leden gett betydande skördeökningar.

I ansträngda växtföljder fanns ett positivt samband mellan bearbetningsdjup och skördenivåer.

Referenser

Hadas A. & Wolf, D., 1983. *Energy efficiency in dry clod-forming soils*. Soil and Tillage Research, nr 3(1), sid 47-59.

Håkansson I., 2000. *Packning av åkermark vid maskindrift. Omfattning-Effektermotåtgärder*. Rapporter Från Jordbearbetningsavdelningen, nr 99, Inst för markvetenskap, SLU, Uppsala.

Ivarsson R., 1996. *Plöjningsfri odling och strukturbalkning på lerjordar. Effekter på markbiologiska, markkemiska och markfysikaliska egenskaper samt ogräs och skörd*. Meddelande från jordbearbetningsavdelningen nr 22, Inst. för markvetenskap, SLU, Uppsala

Kritz G., 1983. *Såbäddar för vårstråsäd. En stickprovsundersökning*. Rapporter från Jordbearbetningsavdelningen, nr 65. Inst för markvetenskap, SLU, Uppsala

Mattsson R., 1988, *Plöjningsfri odling och direktsådd*, Aktuellt från lantbruksuniversitetet Nr: 371

Pettersson O., Noren, O., Hansson, P.A. & Lindgren, M., 2002. *A system for on board determination of engine power by measuring fuel consumption at 1 Hz*. EurAgEng Budapest 2002. Paper Number 02-PM-024.

Pålsson O., 2006. *Fältförsök med reducerat bearbetning I Skåne och Halland*. Meddelande från jordbearbetningsavdelningen nr 52, Inst. för markvetenskap, SLU, Uppsala

Strandberg M., Johansson E., 2001 *Övningskompendium i markfysik*. Kurslitteratur till Markvetenskaplig grundkurs, Inst. för markvetenskap. SLU, Uppsala